

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11014395 A**(43) Date of publication of application: **22 . 01 . 99**

(51) Int. Cl. **G01C 21/00**  
**G01B 21/00**  
**G01C 21/16**  
**G01P 7/00**  
**G01P 15/09**  
**G04G 1/00**

(21) Application number: **09171730**(71) Applicant: **CASIO COMPUT CO LTD**(22) Date of filing: **27 . 06 . 97**(72) Inventor: **YAMAGISHI MASAKATSU**

(54) **MOTIONAL DATA ESTIMATING DEVICE,  
 MOTIONAL DATA ESTIMATING METHOD AND  
 RECORDING MEDIUM RECORDING MOTIONAL  
 DATA ESTIMATION PROCESSING PROGRAM**

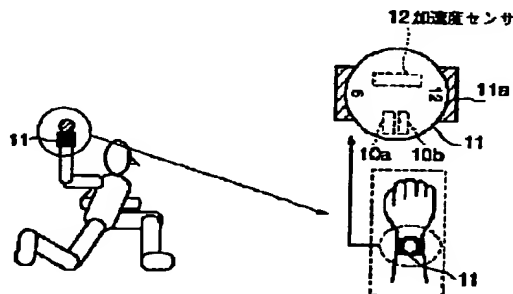
the user by her/himself.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily and quickly measure a carry according to a speed of a virtual object caused by a throwing action and a kicking action without actually throwing and kicking an object such as a ball in a motional data estimating device to measure a speed of a thrown ball speed and a kicked ball speed in, for example, a ball game.

**SOLUTION:** A watch body 11 is installed on a wrist of the hand more skilful than the other, and when a ball throwing action is performed, after right handedness/left-handedness is discriminated by inclination switches 10a and 10b, acceleration caused by this ball throwing action detected by an acceleration sensor 12 is detected, and a ball throwing speed is calculated on the basis of this acceleration, and an arrival distance (a carry) is calculated and displayed. Therefore, there is no need for a user to throw an actual ball or for a third person to measure a ball speed of a thrown ball by a measure, and the carry according to a ball throwing speed can be measured by



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-14395

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 1 C 21/00

G 0 1 C 21/00

Z

G 0 1 B 21/00

G 0 1 B 21/00

C

G 0 1 C 21/16

G 0 1 C 21/16

G 0 1 P 7/00

G 0 1 P 7/00

15/09

15/09

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-171730

(22) 出願日

平成9年(1997)6月27日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都渋谷区本町1丁目6番2号

(72) 発明者 山岸 正克

東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ

計算機株式会社羽村技術センター内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

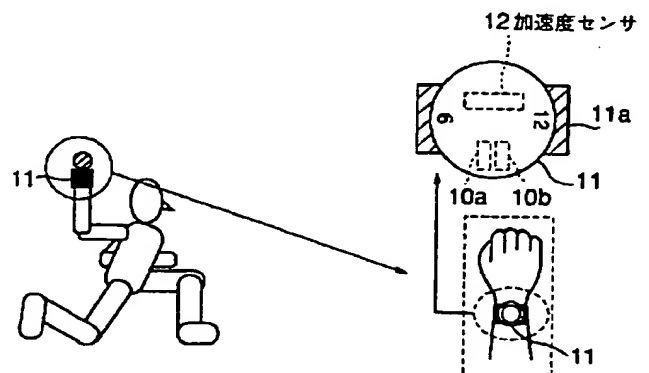
(54) 【発明の名称】 運動データ推定装置、運動データ推定方法、運動データ推定処理プログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

人体動作とセンサの装着方向

【課題】例えば球技における投球速度や蹴った球の速度を測定するための運動データ推定装置にあって、球等の物体を実際に投げたり蹴ったりする必要なく、投げる動作や蹴る動作に伴う仮想物体の速度に応じた飛距離を簡単かつ迅速に測定する。

【解決手段】時計本体11を利き腕の手首に取り付け、投球動作すると、傾斜スイッチ13a, 13bにより右利き/左利きが判別された後、加速度センサ12により検出された該投球動作に伴う加速度が検出され、この加速度に基づいて投球速度が算出されると共に到達距離(飛距離)が算出されて表示される。これにより、ユーザが実際の球を投げたり、投げた球の球速を第3者がメジャーにより測定したりする必要なく、ユーザ1人で投球速度に応じた飛距離を測定できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段と、

前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない前記加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出手段と、

この速度算出手段によって算出された前記物体の速度に基づいて前記物体の到達距離を算出する到達距離算出手段と、

この到達距離算出手段によって算出された前記物体の到達距離を表示する表示手段とを具備したことを特徴とする運動データ推定装置。

【請求項 2】 人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段と、

装置本体の向きを検出する状態検出手段と、

この状態検出手段によって前記装置本体が所定の向きになった状態が検出されたとき、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない前記加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出手段とを具備したことを特徴とする運動データ推定装置。

【請求項 3】 人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段と、

装置本体の向きを検出する状態検出手段と、

この状態検出手段によって検出される前記装置本体の向きに基づいて右利き又は左利きを判別する判別手段と、

この判別手段によって右利き又は左利きが判別された後、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない前記加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出手段とを具備したことを特徴とする運動データ推定装置。

【請求項 4】 人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段と、

前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない前記加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出手段と、

この速度算出手段によって算出された前記物体の速度を累積する速度累積手段と、

この速度累積手段によって得られた累積速度を表示する表示手段とを具備したことを特徴とする運動データ推定装置。

【請求項 5】 人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段と、

前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない前記加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出手段と、

前記物体を目標対象に向けて実際に飛ばした際に、成功したか失敗したかを入力する入力手段と、

この入力手段によって入力された成功または失敗の回数を前記速度算出手段によって算出された前記物体の速度と関連付けて記憶すると共に当該速度での的中率を記憶

する記憶手段と、

この記憶手段に記憶された的中率の中で最も高い的中率を有する速度を最適速度として表示する表示手段とを具備したことを特徴とする運動データ推定装置。

【請求項 6】 人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない加速度を検出する検出ステップと、

この検出ステップによって検出された加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出ステップと、

この速度算出ステップによって算出された前記物体の速度に基づいて前記物体の到達距離を算出する到達距離算出ステップと、

この到達距離算出ステップによって算出された前記物体の到達距離を表示する表示ステップとからなることを特徴とする運動データ推定方法。

【請求項 7】 人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない加速度を検出する検出ステップと、

装置本体の向きを検出する状態検出ステップと、

この状態検出ステップによって前記装置本体が所定の向きになった状態が検出されたとき、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない前記加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出ステップとからなることを特徴とする運動データ推定方法。

【請求項 8】 人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない加速度を検出する検出ステップと、

装置本体の向きを検出する状態検出ステップと、

この状態検出ステップによって検出される前記装置本体の向きに基づいて右利き又は左利きを判別する判別ステップと、

この判別ステップによって右利き又は左利きが判別された後、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない前記加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出ステップとからなることを特徴とする運動データ推定方法。

【請求項 9】 人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない加速度を検出する検出ステップと、

この検出ステップによって検出された加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出ステップと、

この速度算出ステップによって算出された前記物体の速度を累積する速度累積ステップと、

この速度累積ステップによって得られた累積速度を表示する表示ステップとからなることを特徴とする運動デー

タ推定方法。

【請求項 10】 人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により、前記人体による物体を飛ばす動作に伴う加速度を検出する検出ステップと、

この検出ステップによって検出された加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出ステップと、

前記物体を目標対象に向けて実際に飛ばした際に、成功したか失敗したかを入力する入力ステップと、

この入力ステップによって入力された成功または失敗の回数を前記速度算出ステップによって算出された前記物体の速度と関連付けて記憶すると共に当該速度での的中率を記憶手段に記憶する記憶ステップと、

この記憶ステップによって前記記憶手段に記憶された的中率の中で最も高い的中率を有する速度を最適速度として表示する表示ステップとからなることを特徴とする運動データ推定方法。

【請求項 11】 コンピュータを、人体による物体を飛ばす動作に伴う該人体の動きの加速度を、前記人体に取り付けられた加速度検出手段により検出する検出手段、

この検出手段により検出された加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出手段、

この速度算出手段によって算出された前記物体の速度に基づいて前記物体の到達距離を算出する到達距離算出手段、

この到達距離算出手段によって算出された前記物体の到達距離を表示する表示手段、

として機能させるための運動データ推定処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 12】 コンピュータを、

人体による物体を飛ばす動作に伴う該人体の動きの加速度を、前記人体に取り付けられた加速度検出手段により検出する検出手段、

装置本体の向きを検出する状態検出手段、

この状態検出手段によって前記装置本体が所定の向きになった状態が検出されたとき、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない前記加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出手段、

として機能させるための運動データ推定処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 13】 コンピュータを、

人体による物体を飛ばす動作に伴う該人体の動きの加速度を、前記人体に取り付けられた加速度検出手段により検出する検出手段、

装置本体の向きを検出する状態検出手段、

この状態検出手段によって検出される前記装置本体の向きに基づいて右利き又は左利きを判別する判別手段、

この判別手段によって右利き又は左利きが判別された

後、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない前記加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出手段、

として機能させるための運動データ推定処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 14】 コンピュータを、

人体による物体を飛ばす動作に伴う該人体の動きの加速度を、前記人体に取り付けられた加速度検出手段により検出する検出手段、

この検出手段によって検出された加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出手段、

この速度算出手段によって算出された前記物体の速度を累積する速度累積手段、

この速度累積手段によって得られた累積速度を表示する表示手段、

として機能させるための運動データ推定処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 15】 コンピュータを、

人体による物体を飛ばす動作に伴う該人体の動きの加速度を、前記人体に取り付けられた加速度検出手段により検出する検出手段、

この検出手段によって検出された加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出手段、

前記物体を目標対象に向けて実際に飛ばした際に、成功したか失敗したかを入力する入力手段、

この入力手段によって入力された成功または失敗の回数を前記速度算出手段によって算出された前記物体の速度と関連付けて記憶すると共に当該速度での的中率を記憶する記憶手段、

この記憶手段に記憶された的中率の中で最も高い的中率を有する速度を最適速度として表示する表示手段、

として機能させるための運動データ推定処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば球技における投球速度や蹴った球の速度を測定するための運動データ推定装置、運動データ推定方法、運動データ推定処理プログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、「野球」や「サッカー」等の球技の投球速度や蹴った球の速度を測定するために、スピードガンが使用され、また、その飛距離（水平方向の到達距離）を計測するためには、メジャーが使用される。

【0003】 すなわち、野球の場合には、投手が実際に球を投げた際に、第3者がその投球速度をスピードガンにより測定し、メジャーを用いて飛距離を計測するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記したように、従来

の測定方法では、投手や球を蹴る本人以外に、スピードガンやメジャーを操作する測定者が第3者として必要であり、また、実際の球を投げたり蹴ったりして飛ばさなければならぬ問題がある。

【0005】また、従来の測定方法では、複数回の測定結果を得るためには、その都度、被験者が実際に球を投げてから（あるいは球を蹴ってから）、その球の速度または飛距離を第3者が測定する、といった動作を繰り返さなければならぬため、時間がかかる問題がある。

【0006】また、従来の測定方法では、右利き／左利きを判別して測定することはできなかった。また、例えば野球であれば、投手の疲労度（負荷）を知る方法として、投球数といったものが用いられる。しかし、同じ投球数でも、投球速度は異なるため、投球数だけでは投手の疲労度を正確に知ることはできない。これは、サッカー（球を蹴る場合）でも同様である。

【0007】また、従来、どのような速度のときに、投げた球あるいは蹴った球が「まと」に当たる確率が高くなるか、といったことを客観的に知ることはできなかった。本発明は、前記のような問題に鑑みなされたもので、球等の物体を実際に投げたり蹴ったりする必要なく、投げる動作や蹴る動作に伴う仮想物体の速度に応じた飛距離を簡単かつ迅速に測定することができ、さらに、右利き／左利きを判別しながら複数回の測定動作を継続的に行うことができ、その複数回の測定結果から投手や球を蹴る本人の疲労度や、的中率が最も高くなる最適速度といったものを客観的に知ることのできる運動データ推定装置、運動データ推定方法、運動データ推定処理プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明の請求項1に係わる運動データ推定装置は、人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段と、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない前記加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出手段と、この速度算出手段によって算出された前記物体の速度に基づいて前記物体の到達距離を算出する到達距離算出手段と、この到達距離算出手段によって算出された前記物体の到達距離を表示する表示手段とを具備したことを特徴とする。

【0009】つまり、本発明の請求項1に係わる運動データ推定装置では、人体による物体を飛ばす動作に伴ない、人体に取り付けられ該人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度が算出され、この速度に基づいて前記物体の到達距離を算出されて表示されることになる。

【0010】また、本発明の請求項2に係わる運動データ推定装置は、人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段と、装置本体の向きを検出

する状態検出手段と、この状態検出手段によって前記装置本体が所定の向きになった状態が検出されたとき、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない前記加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出手段とを具備したことを特徴とする。

【0011】つまり、本発明の請求項2に係わる運動データ推定装置では、人体による物体を飛ばす動作に伴ない、人体に取り付けられ該人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度が算出されるものであって、装置本体が所定の向きになった状態が検出されたとき、前記速度の算出動作が開始されることになる。

【0012】また、本発明の請求項3に係わる運動データ推定装置は、人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段と、装置本体の向きを検出する状態検出手段と、この状態検出手段によって検出される前記装置本体の向きに基づいて右利き又は左利きを判別する判別手段と、この判別手段によって右利き又は左利きが判別された後、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない前記加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出手段とを具備したことを特徴とする。

【0013】つまり、本発明の請求項3に係わる運動データ推定装置では、人体による物体を飛ばす動作に伴ない、人体に取り付けられ該人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度が算出されるものであって、装置本体の向きに基づいて右利き又は左利きが判別された後、前記速度の算出動作が開始されることになる。

【0014】また、本発明の請求項4に係わる運動データ推定装置は、人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段と、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない前記加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出手段と、この速度算出手段によって算出された前記物体の速度を累積する速度累積手段と、この速度累積手段によって得られた累積速度を表示する表示手段とを具備したことを特徴とする。

【0015】つまり、本発明の請求項4に係わる運動データ推定装置では、人体による物体を飛ばす動作に伴ない、人体に取り付けられ該人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度が算出され、この速度が累積されて表示されることになる。

【0016】また、本発明の請求項5に係わる運動データ推定装置は、人体に取り付けられ、人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段と、前記人体による物体を飛ばす動作に伴ない前記加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度を算出する速度算出

手段と、前記物体を目標対象に向けて実際に飛ばした際に、成功したか失敗したかを入力する入力手段と、この入力手段によって入力された成功または失敗の回数を前記速度算出手段によって算出された前記物体の速度と関連付けて記憶すると共に当該速度での的中率を記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された的中率の中で最も高い的中率を有する速度を最適速度として表示する表示手段とを具備したことを特徴とする。

【0017】つまり、本発明の請求項5に係わる運動データ推定装置では、人体による物体を飛ばす動作に伴ない、人体に取り付けられ該人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度が算出され、前記物体を目標対象に向けて実際に飛ばした際の成功または失敗の回数が前記物体の速度と関連付けて記憶されると共に当該速度での的中率が記憶され、この記憶された的中率の中で最も高い的中率を有する速度が最適速度として表示されることになる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下図面により本発明の実施の形態について説明する。図1は本発明の実施形態に係わる運動データ測定装置を搭載した腕時計装置の構成及びその装着状態を示す図である。

【0019】時計本体11は、リストバンド11aにより手首や足首等に巻き付けて使用可能な、通常の腕時計と同等の大きさで構成され、この時計本体11の内部には、各種の時計機能を司る電子回路と共に、加速度センサ12と、2つの傾斜スイッチ10a及び傾斜スイッチ10bが設けられる。

【0020】傾斜スイッチ10a及び傾斜スイッチ10bは装置本体の傾きを検出するスイッチであり、ここでは右利き／左利きを判別するために用いられる。すなわち、右利きの場合には、3時方向が下になることで傾斜スイッチ10aがONする。この傾斜スイッチ10aのON状態が一定時間（例えば1秒間）継続すると、右利きであることが判別された後、測定動作が開始される。

【0021】逆に、左利きの場合には、9時方向が下になることで傾斜スイッチ10bがONする。この傾斜スイッチ10bのON状態が一定時間（例えば1秒間）継続すると、左利きであることが判別された後、測定動作が開始される。

【0022】図2は前記腕時計装置に取り付けられる加速度センサ12の構成を示す図であり、同図（A）は加速度センサ12の構造図、同図（B）は加速度センサ12の原理図である。

【0023】この加速度センサ12は、圧電型加速度センサであり、ベース12aに固定された2本のリード線12b1、12b2が、2枚貼り合わされた圧電セラミック板（ピエゾ素子）12c1、12c2のそれぞれの表面に半田付けされ、その半田付け部と圧電セラミック板12c

1、12c2の下部が接着剤によりベース12aに固定される。そして、その全体が金属缶12dにより被われてシールドされる。

【0024】2枚の圧電セラミック板12c1、12c2は、極性を逆にして貼り合わされ、図2においては、左側のセラミック板12c1は、矢印bに示すように伸びたときに左側面が“-”、右側面が“+”に分極し、右側のセラミック板12c2はこれとは逆に、矢印cに示すように縮んだときに左側面が“-”、右側面が“+”に分極するように貼り合わされる。

【0025】そして、矢印aで示す方向に加速度が加わると、その慣性力で圧電セラミック板12c1、12c2には、矢印b、cに示すようなしなりが生じ、前記左右側面の分極に応じた電圧信号がリード線12b1、12b2を通して出力される。

【0026】この場合、加速度センサ12に加わる加速度が大きいほど、圧電セラミック板12c1、12c2のしなりが大きくなり高い電圧が発生されるため、ほぼ加速度に比例した電圧信号が出力される。

【0027】この加速度センサ12は、時計本体11の9時の位置に対応して配置され、該時計本体11が9時の方向に移動する加速度に応じて“+”の電圧が導出され、3時の方向に移動する加速度に応じて“-”の電圧が導出される方向にして取り付けられる。

【0028】図3は前記腕時計装置を装着した人体の投球動作に伴う加速度センサ12による加速度検出状態を示す図である。例えば前記時計本体11を、人体の利き腕の手首に装着した状態で投球動作を行なうと、図3に示すような加速度波形が得られる。

【0029】この場合、時計本体11を人体の右手首に装着するか、又は、左手首に装着するかで、加速度センサ12により出力される電圧信号は、“+”又は“-”の電圧信号となるが、加速度データは絶対値として検出する。

【0030】ここで、通常、投球動作間に手首長軸方向に生じる加速度は2つのピークを示す。このような一連の投球動作を通じて生じる加速度を全ての時間で積分した値（斜線で示す面積の値）と同一試技における実際の投球速度との間には、図4に示すように比例関係がある。

【0031】図4は前記腕時計装置の加速度センサ12により検出された多数の被験者の試技による投球動作に伴う投球加速度の積分値と実際の投球速度との関係を示す図である。なお、図4（A）は被験者Aの測定結果、同図（B）は被験者Bの測定結果を示している。

【0032】図4に示すように、投球動作時の手首長軸方向の加速度の積分値と実際の投球速度との関係を被験者別に見ると、被験者A、被験者B共に加速度積分値と実際の投球速度の間には比例関係が見られる。

【0033】このことから、加速度積分値と実際の投球

速度との関係を表わす近似式（直線近似方程式）を推定式として用いることで、加速度積分値による投球速度の推定算出を行うことができる。

【0034】本実施形態では、加速度積分値を $x$ 、投球速度を $y$ とした場合に、 $y = ax + b$ なる1次方程式を推定式として用いて投球速度を推定する。すなわち、被験者の試技による投球動作に伴ない前記加速度センサ12により検出された被験者の加速度の積分値 $x$ と実測の投球速度 $y$ とに基づき、最小二乗法により $y = ax + b$ なる1次方程式を求め、その係数 $a$ 及び定数 $b$ を予め明らかにしておくことで、その後、これを推定式として前記加速度センサ12により検出された投球加速度 $x$ から投球速度 $y$ を推定算出する。

【0035】なお、係数 $a$ 及び定数 $b$ は被験者によって異なるため、各被験者毎に推定式を変更する必要がある。図4（A）、（B）に示す例では、被験者Aに対しては、 $y = 74.209x + 33.727$ なる1次方程式を推定式として用い、その式に加速度センサ12により検出された被験者Aの加速度の積分値 $x$ を代入して、投球速度 $y$ を推定することになる。また、被験者Bに対しては、 $y = 52.903x + 49.074$ なる1次方程式を推定式として用い、その式に加速度センサ12により検出された被験者Bの加速度の積分値 $x$ を代入して、投球速度 $y$ を推定することになる。

【0036】図5は前記腕時計装置における電子回路の構成を示すブロック図である。この腕時計装置の電子回路には、CPU13が備えられる。このCPU13は、加速度センサ12からA/D変換回路14を介して入力される加速度データや、傾斜スイッチ10a及び傾斜スイッチ10bから入力されたスイッチ信号、キー部15から入力されるキー操作信号、あるいは発振回路16から分周回路17及び時刻・日付計数回路18を介して入力される時刻・日付計数データのそれぞれに応じて、ROM19に予め記憶されているシステムプログラムあるいは図示しない外部データ読み込み部により外部の記録媒体から読み込まれたプログラムを起動させ、回路各部の動作制御を実行する。

【0037】このCPU13には、前記A/D変換回路14、傾斜スイッチ10a及び傾斜スイッチ10b、キー部15、時刻・日付計数回路18、ROM19、外部データ読み込み部の他に、さらに、RAM20、報音部21、表示部22が接続される。

【0038】前記A/D変換回路14は、加速度センサ12から出力される検出加速度に応じた電圧信号をデジタルデータに変換してCPU13に送出するもので、この場合、A/D変換回路14では、加速度センサ12により検出される $-100\text{G} \sim +100\text{G}$ の加速度に対応する電圧信号が、 $-512 \sim +512$ のデジタルデータに変換されてCPU13に送出される。

【0039】前記キー部15には、本腕時計装置の基本

時計モードと投球速度測定モードとの切り換えを行なうためのモード切り換えキーが備えられると共に、各動作モードにおいて、各種の機能を実行させる際に操作される複数のキーが備えられる。

【0040】すなわち、基本時計モードでは、例えば時刻・日付計数回路18から入力される時刻・日付計数データに応じた現在の日付・時刻データが表示部22に表示され、また、投球速度測定モードでは、例えばユーザの投球動作に伴ない加速度センサ12により検出された加速度データに基づき投球速度が測定表示される。

【0041】前記ROM19には、この電子回路の全体の制御を司るシステムプログラムが予め記憶されると共に、前記基本時計モード、投球速度測定モードの各動作モードに応じた制御を司るサブプログラム、及び予め設定された投球速度推定式としての1次方程式 $y = ax + b$ の係数 $a$ 及び定数 $b$ が記憶される。

【0042】この投球速度推定式としての1次方程式 $y = ax + b$ の係数 $a$ 及び定数 $b$ は、被験者の試技により加速度センサ12により検出された投球加速度の積分値とスピードガン等による実測の投球速度とに基づき、最小二乗法により求められ、固定的にROM19に記憶される。

【0043】図6は前記腕時計装置のRAM20における投球速度測定モード用データレジスタの構成を示す図である。このRAM20内の投球速度測定モード用データレジスタには、加速度記憶部20a、積分値記憶部20b、投球速度記憶部20c、飛距離記憶部20d、投球数記憶部20e、トータル累積速度記憶部20f、5球毎の累積速度記憶部20gが備えられる。

【0044】加速度記憶部20aには、投球速度の測定に際して、加速度センサ12により検出され、A/D変換回路14を介して得られた加速度検出データが、絶対値の加速度デジタルデータとして0.001秒毎に4秒間サンプリングされ、右利きの場合には加速度5G以上または左利きの場合には加速度-5G以下の加速度デジタルデータのみが順次 $a1 \sim aN$ として記憶される。

【0045】また、積分値記憶部20bには、前記加速度記憶部20aに記憶された投球動作に伴ない5G以上または-5G以下の加速度デジタルデータ $a1 \sim aN$ をサンプリング時間間隔で掛け合わせて得られる積分値データ $x$ （加速度積分値 $= \sum | \text{加速度} | * \text{サンプリング時間間隔}$ ）が記憶される。

【0046】また、投球速度記憶部20cには、前記投球速度推定式としての1次方程式 $y = ax + b$ に対して、前記積分値記憶部20bに記憶された積分値データ $x$ と、前記ROM19に予め固定的に記憶された係数 $a$ 及び定数 $b$ が代入されることで算出された投球速度 $y$ が記憶される。

【0047】また、飛距離記憶部20dには、投球速度に基づいて算出された物体（球）の飛距離（水平方向の



到達距離) データDが記憶される。また、投球数記憶部20eには、各測定動作毎に+1ずつインクリメントされる投球回数データが記憶される。

【0048】また、トータル累積速度記憶部fには、各測定動作毎に算出された投球速度の累積速度データが記憶される。また、5球毎の累積速度記憶部20gには、5球毎に算出された投球速度の累積速度データが記憶される。

【0049】次に、前記構成による運動データ測定装置を搭載した腕時計装置の動作について説明する。図7は前記腕時計装置による投球速度測定処理を示すフローチャートである。

【0050】キー部15におけるモード切り換えキーの操作により、CPU13が投球速度測定モードに設定され、測定開始キー(スイッチ)が操作されると、まず、投球前の腕(時計本体11を装着した利き腕)を上げる動作により、右利き/左利きが判別される(ステップS1→S4)。

【0051】この判別は、傾斜スイッチ10aあるいは傾斜スイッチ10bが一定時間オンしたか否かを検出することで行われる。すなわち、傾斜スイッチ10aがONし、それが一定時間(例えば1秒間)継続している場合には(ステップS1のYES)、右利きと判定され、報音部21により測定動作の開始を知らせるアラーム音が発生される(ステップS3→S5)。一方、傾斜スイッチ10bがONし、それが一定時間(例えば1秒間)継続している場合には(ステップS2のYES)、左利きと判定され、報音部21により測定動作の開始を知らせるアラーム音が発生される(ステップS4→S5)。

【0052】このとき、RAM20内の投球数記憶部20eに記憶された投球回数データが+1インクリメントされる(ステップS6)。ここで、ユーザは、時計本体11を装着した利き腕によって、仮想の球を把持したつもりで投球動作を行なう。

【0053】すると、この投球動作に伴ない、加速度センサ12により検出され、A/D変換回路14を介してデジタルデータに変換された投球加速度デジタルデータが絶対値のデータとして0.001秒毎に4秒間に渡ってサンプリングされ、サンプリングされた加速度デジタルデータのうち、右利きの場合には加速度5G以上または左利きの場合には加速度-5G以下と判断された加速度デジタルデータa1~aNが選択的に抽出されてRAM20内の加速度記憶部20aに記憶される(ステップS7~S11)。

【0054】そして、球速測定動作の開始から4秒間が経過したと判断されると、前記RAM20内の加速度記憶部20aに記憶された加速度5G以上または-5G以下の投球加速度デジタルデータa1~aNに基づいて加速度の積分値データxが求められ、積分値記憶部20bに記憶される(ステップS10→S12)。

【0055】この場合、積分値データxは、以下のような式で表わせる。

$$x = \sum | \text{加速度} | * \text{サンプリング時間間隔}$$

ここで、サンプリング時間間隔は0.001秒である。

【0056】すると、この積分値記憶部20bに記憶された投球動作に伴ない加速度の積分値データxと、ROM19内に予め記憶された投球試技に基づく係数a及び定数bが、投球速度推定式としての1次方程式 $y = ax + b$ に代入されて投球速度yが推定算出され、投球速度記憶部20cに記憶される(ステップS13)。

【0057】次に、この投球速度記憶部20cに記憶された投球速度yに基づいて、球の飛距離(水平方向の到達距離)が推定算出され、飛距離記憶部20dに記憶される(ステップS14)。

【0058】この場合、初速度をV(km/h)、投射角θで投射された投射体の飛距離(水平方向の到達距離)をDとすると、以下のように表わせられる。

$$D = V^2 \sin 2\theta / g$$

g: 重力(9.8m/s<sup>2</sup>)

この飛距離Dが最大となるのは、投射角θが45度のときであることから、投射体の初速度Vが分かれば、投射体が到達可能な水平方向の距離を予測することができる。従って、投射角θを45度と規定し、投射体の初速度Vを前記1次方程式によって算出された投球速度yとすれば、飛距離Dを推定算出することができる。

【0059】続いて、前記投球速度記憶部20cに記憶された投球速度yが各測定動作毎に累積され、そのトータルの累積速度と5球毎の累積速度がRAM20内のトータル累積速度記憶部20f及び累積速度記憶部20gにそれぞれ記憶される(ステップS15)。

【0060】このようにして、投球速度、飛距離(到達距離)、トータル累積速度、5球毎の累積速度が得られると、それらのデータが表示部22に表示される(ステップS16)。このときの表示処理については、後に図8乃至図10を参照して説明する。

【0061】表示後、ユーザが再び投球動作を行えば、前述したような測定動作が繰り返し実行される。この場合、右利きであれば(ステップS17のYES)、傾斜スイッチ10aが再び一定時間ONすることで、測定動作が再開される(ステップS18→S5)。また、左利きであれば(ステップS17のNO)、傾斜スイッチ10bが再び一定時間ONすることで、測定動作が再開される(ステップS19→S5)。このような測定動作の繰り返しによって、前記ステップS15におけるトータル累積速度、5球毎の累積速度が求められる。

【0062】そして、キー部15に設けられた測定終了キー(スイッチ)が操作されると(ステップS20のYES)、ここでの処理が終了する。図8は前記図7のステップS15における表示処理を示すフローチャートである。

【0063】図9は表示切換えキーがオフのときの表示画面を示す図であり、図10は表示切換えキーがオンのときの表示画面を示す図である。キー部15に設けられた表示切換えキー（スイッチ）がオフの状態では（ステップS161のNO）、RAM20内の加速度記憶部20aに記憶された加速度デジタルデータa1～aNに基づいて、図9に示すような加速度波形31aが表示部22内のグラフ表示部31にヒストグラム表示される（ステップS162）。

【0064】なお、図9に示すグラフ表示部31において、横方向は時間（msec）、縦方向は加速度（G）を示し、ここでは最大加速度付近の加速度波形31aが表示されるようになっている。

【0065】また、RAM20内の投球速度記憶部20cに記憶された投球速度データy、飛距離記憶部20dに記憶された飛距離データD、投球数記憶部20eに記憶された投球回数データに基づいて、図9に示すような投球速度32a、飛距離32b、投球回数32cが表示部22内のデジタル表示部32にデジタル表示される（ステップS163→S164）。この場合、投球速度32aと飛距離32bは2秒間隔で交互に表示されるようになっている。この例では、投球速度32aとして132.6km/h、飛距離32bとして195m、投球回数32cとして8回が表示されている。

【0066】一方、キー部15に設けられた表示切換えキー（スイッチ）をオンすると（ステップS161のYES）、その表示切換えキーがオンの間、RAM20内のトータル累積速度記憶部20fに記憶されたトータル累積速度データに基づいて、図10に示すようなトータル累積速度32dがデジタル表示部32にデジタル表示されると共に、累積速度記憶部20gに記憶された5球毎の累積速度データに基づいて、5球毎のトータル累積速度31bがグラフ表示部31にヒストグラムデジタル表示される（ステップS165）。

【0067】なお、図10に示すグラフ表示部31において、横方向は投球数を示し（5球/1ドット）、縦方向は投球負荷（20/1ドット）を示し、ここでは400km/h以上の速度を対象とし、5球毎のトータル累積速度31bが表示されるようになっている。

【0068】このように、前記構成の運動データ測定装置を搭載した腕時計装置によれば、時計本体11を利き腕の手首に取り付け、投球動作すると、傾斜スイッチ10a及び傾斜スイッチ10bにより、右利き/左利きが判別されると共に、同傾斜スイッチ10aまたは傾斜スイッチ10bがオンしたときのタイミングで測定動作が開始され、加速度センサ12により検出された該投球動作に伴う加速度データの積分値x（加速度を所定のサンプリング周期で積算した値）が検出される。

【0069】そして、予め被験者の投球試技により得られた加速度積分値をx、実測投球速度をyとした最小二

乗法により、係数a及び定数bを求めた投球速度推定式としての1次方程式 $y = ax + b$ に対して、前記投球検出された加速度積分値xが代入されて投球速度yが推定算出されるので、ユーザが実際の球を投げたり、投げた球の球速を第3者がスピードガンにより測定したりする必要なく、ユーザ1人で仮想の球による投球動作を行ない、その投球速度を測定できるようになる。

【0070】また、前記投球速度yに基づいて、仮想的に投げた球の水平方向の到達距離である飛距離Dが算出される。したがって、前記同様に、ユーザが実際の球を投げたり、投げた球の球速を第3者がメジャーにより測定したりする必要なく、ユーザ1人で仮想の球による投球動作を行ない、その飛距離を測定できるようになる。

【0071】また、傾斜スイッチ10aまたは傾斜スイッチ10bがオンしたときのタイミングで、右利き/左利きが判別された上で測定動作が開始されるため、測定動作を簡単かつ迅速に行うことができ、しかも、複数回の測定動作を継続的に行うことができる。

【0072】また、複数の測定動作によって得られた投球速度が累積され、その結果が投球回数と関連付けられて、図10に示すように表示される。この表示により、どのような投球速度で、どのくらい投げたかを客観的に知ることができ、その結果として被験者の疲労度を推測することができる。

【0073】なお、前記1次方程式 $y = ax + b$ における係数a及び定数bは被験者によって異なるため、被験者毎にその値を予め求めておく必要がある。図11は前記腕時計装置による個人投球速度の測定に際し行なう1次方程式の係数及び定数の設定処理を示すフローチャートである。

【0074】図12は前記腕時計装置による個人投球速度の測定に際し行なう1次方程式の係数及び定数の設定処理にて確保されるRAM20内のデータレジスタの構成を示す図である。

【0075】この場合、RAM20には、複数回分の積分値を記憶するための積分値記憶部20h、同じく複数回分の入力速度（スピードガンにより測定された実速度）を記憶するための入力速度記憶部20i、そして、これらの値によって得られた係数と定数を記憶するための係数、定数記憶部20jがさらに確保される。

【0076】すなわち、被測定ユーザによる投球試技を複数回行ない、その都度、加速度センサ12により検出された加速度を用いて計算された積分値と、スピードガンにより測定された実測の投球速度が、RAM20内の積分値記憶部2h及び入力速度記憶部20iのそれぞれに順次記憶される（ステップB1a、B2a、B3a、B4a、～B1c、…）。

【0077】すると、前記RAM20内の積分値記憶部20h及び入力速度記憶部20iのそれぞれに記憶された被測定ユーザ個人の複数の投球試技によるそれぞれの

加速度積分値 $x$ 及び実測投球速度 $y$ とに基づき最小二乗法により1次方程式の係数 $a$ 及び定数 $b$ が算出され(ステップB5)、係数、定数記憶部20jに設定記憶される(ステップB6)。

【0078】そして、投球速度測定モードにおいて、被測定ユーザが投球動作すると、該投球動作に伴ない、加速度センサ12により検出された加速度の積分値 $x$ が前記RAM20内の係数、定数記憶部20jに設定記憶された被測定ユーザ個人用の係数 $a$ 及び定数 $b$ に基づく1次方程式 $y = ax + b$ に代入され、より正確な投球速度 $y$ が算出される。

【0079】ところで、本装置の投球速度測定モードにおいて、投球試技を行うにあたり、何等かの「まと」を用意し、これを狙って実際に球を投げたときの「まと」への当たり/外れを入力することにより、最適速度(最もの中率が高い速度)を得ることができる。このときの動作を図13及び図15を参照して説明する。

【0080】図13は前記腕時計装置による最適速度測定処理を示すフローチャートである。図14は前記腕時計装置による最適速度測定処理にて確保されるRAM20内のデータレジスタの構成を示す図である。

【0081】図15は前記腕時計装置による最適速度測定処理にて表示される表示画面を示す図である。図14に示すように、RAM20には、投球速度55km/h～126km/hの範囲で、投球速度5km/h毎に成功回数、失敗回数、的中率がそれぞれを記憶するための成功回数記憶部20k、失敗回数記憶部20l、的中率記憶部20mがさらに確保される。

【0082】また、図13に示すフローチャートにおいて、ステップC1～C13までの処理は、前記図7のステップS1～S13までの処理と同様である。但し、ここでは予め用意された「まと」に向けて、実際に球を投げるものとする。

【0083】すなわち、まず、投球前の腕(時計本体11を装着した利き腕)を上げる動作により、右利き/左利きが傾斜スイッチ10a、10bのオン/オフ状態によって判別された後、アラーム音の発生と共に投球回数が+1インクリメントされて、測定動作が開始される(ステップC1～C6)。

【0084】そして、被験者の投球動作に伴い、加速度センサ12により検出され、A/D変換回路14を介してデジタルデータに変換された投球加速度デジタルデータが絶対値のデータとして0.001秒毎に4秒間に渡ってサンプリングされ、その中で、右利きの場合には加速度5G以上、左利きの場合には加速度-5G以下の加速度デジタルデータ $a1 \sim aN$ が選択的に抽出されてRAM20内の加速度記憶部20aに記憶される(ステップC7～C11)。

【0085】球速測定動作の開始から4秒間が経過すると、前記RAM20内の加速度記憶部20aに記憶され

た加速度5G以上または-5G以下の投球加速度デジタルデータ $a1 \sim aN$ に基づいて加速度の積分値データ $x$ が求められ、積分値記憶部20bに記憶される(ステップC10～C12)。

【0086】この積分値記憶部20bに記憶された投球動作に伴ない加速度の積分値データ $x$ と、ROM19内に予め記憶された投球試技に基づく係数 $a$ 及び定数 $b$ が、投球速度推定式としての1次方程式 $y = ax + b$ に代入されて投球速度 $y$ が推定算出され、投球速度記憶部20cに記憶される(ステップC13)。

【0087】この投球速度記憶部20cに記憶された投球速度 $y$ は、表示部22に表示される(ステップC14)。この場合、図9に示すように、最大加速度付近の加速度波形31aが表示部22内のグラフ表示部31にヒストグラム表示されると共に、投球速度32a及び投球回数32cが表示部22内のデジタル表示部32にデジタル表示される。

【0088】ここで、被験者は、実際に投げた球が「まと」に命中したか否かを確認し、命中した場合にはキー部15に設けられた成功キー(スイッチ)を押すことで、成功した旨を示すデータを入力し、また、命中しなかった場合にはキー部15に設けられた失敗キー(スイッチ)を押すことで、失敗した旨を示すデータを入力する(ステップC15)。

【0089】このようにして入力される成功または失敗のデータに基づいて、投球速度5km/h毎に成功回数または失敗回数が図14に示すRAM20内の成功回数記憶部20kまたは失敗回数記憶部20lに記憶されると共に、当該速度での的中率が求められ、的中率記憶部20mに記憶される。

【0090】すると、この的中率記憶部20mに記憶された各速度毎の的中率のうち、最もの中率の高い速度が最適速度として抽出されて、表示部22に表示される(ステップC16)。

【0091】この場合、図15に示すように、表示部22内のグラフ表示部31には、各速度毎の成功回数31cと失敗回数31dがヒストグラム表示される。なお、図15に示すグラフ表示部31において、横方向は速度域(5km/h/1ドット)を示し、縦方向は試技数(1球/1ドット)を示し、ここでは投球速度55km/h～126km/hの範囲で、速度5km/h毎に成功回数31cと失敗回数31dが表わされている。図中31eは成功を表わすマーク「○」、31fは失敗を表わすマーク「×」であり、例えば図中P1で示される位置では、投球速度95-100km/hで6回の試技のうち、5回成功していることを表わしている。

【0092】また、表示部22内のデジタル表示部32には、最もの中率の高い速度が最適速度32eとして、その的中率32fと共に2秒間隔で交互に表示される。この例では、投球速度95-100km/hでの的中率

が83.3%であり、最も高いことが表わされている。

【0093】表示後、ユーザが再び投球動作を行えば、前述したような測定動作が繰り返し実行される。この場合、右利きであれば（ステップC17のYES）、傾斜スイッチ10aが再び一定時間ONすることで、測定動作が再開される（ステップC18→C5）。また、左利きであれば（ステップC17のNO）、傾斜スイッチ10bが再び一定時間ONすることで、測定動作が再開される（ステップC19→C5）。このような測定動作の繰り返しによって、前記ステップC16における最適速度が求められる。

【0094】そして、キー部15に設けられた測定終了キー（スイッチ）が操作されると（ステップC20のYES）、ここでの処理が終了する。このように、何等かの「まと」に向けて、実際に球を投げたときの成功または失敗の回数が当該投球速度に関連付けて記憶され、何回かの試技のうち、最も中率の高い速度が最適速度として表示される。これにより、どのような速度のときに、投げた球が「まと」に当たる確率が高くなる、といったことを客観的に知ることができる。

【0095】なお、前記実施形態では、被測定者の投球動作に伴う投球速度を測定するための運動データ測定装置を搭載した腕時計装置について説明したが、時計本体11をバンド11aにより右足首又は左足首に取り付け、球を蹴る動作に伴うシュート速度を、前記投球速度の測定と同様にして、シュート加速度の積分値検出に基づき測定してもよい。

【0096】さらに、投球速度推定式とシュート速度推定式との両方の推定演算式に関する係数及び定数を予め記憶させておき、キーあるいはスイッチ操作で切り換え選択することにより、例えば野球における投球速度の測定とサッカーにおけるシュート速度の測定との2つの競技に利用可能な構成としてもよい。

【0097】また、前記実施形態では、投球速度を算出する方法として、加速度の積分値を利用したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば加速度の最大値に基づいて投球速度を算出するようにしても良い。このときの動作を図16乃至図18を参照して説明する。

【0098】図16は他の実施形態における前記腕時計装置を装着した人体の投球動作に伴う加速度センサ12による加速度検出状態を示す図である。例えば前記時計本体11を、人体の利き腕の手首に装着した状態で投球動作を行なうと、図16に示すようなピーク点Pを有する加速度波形が得られる。

【0099】この場合、時計本体11を人体の右手首に装着するか、又は、左手首に装着するかで、加速度センサ12により出力される電圧信号は、“+”又は“-”の電圧信号となるが、加速度データは絶対値として検出する。

【0100】図17は他の実施形態における前記腕時計

装置の加速度センサ12により検出された多数の被験者の試技による投球動作に伴う投球加速度のピーク値と実際の投球速度との関係を示す図である。

【0101】前記図16における加速度波形に現われる投球加速度のピーク値は、投球速度が高まると共に略回帰曲線的に上昇する傾向を示す。この投球速度と加速度ピーク値との関係は、投球速度を $y$ とし、加速度ピーク値を $x$ とすると、 $y = ax^2 + bx + c$ なる2次方程式に対応する回帰曲線で表わすことができる。

【0102】従って、多数の被験者の試技による投球動作に伴ない前記加速度センサ12により検出された各被験者毎の加速度ピーク値 $x$ と実測の投球速度 $y$ とに基づき、最小二乗法により $y = ax^2 + bx + c$ なる2次方程式を求め、その係数 $a$ 、 $b$ 、及び定数 $c$ を予め明らかにしておくことで、その後、これを推定式として前記加速度センサ12により検出された投球加速度 $x$ から投球速度 $y$ を推定算出することができる。

【0103】図18は他の実施形態における前記腕時計装置による投球速度測定処理を部分的に示すフローチャートである。加速度の最大値に基づいて投球速度を算出する場合には、前記図7のフローチャートS7～S13までの処理を図18に示すステップD1～D8までの処理と入れ替えることで実現される。

【0104】すなわち、まず、投球前の腕（時計本体11を装着した利き腕）を上げる動作により、右利き／左利きが傾斜スイッチ10a、10bのオン／オフ状態によって判別された後、アラーム音の発生と共に投球回数が+1インクリメントされて、測定動作が開始される（前記図7のステップS1～S6参照）。

【0105】すると、この投球動作に伴ない、加速度センサ12により検出され、A/D変換回路14を介してデジタルデータに変換された投球加速度デジタルデータが絶対値のデータとして0.005秒毎に4秒間に渡ってサンプリングされ、サンプリングされた加速度デジタルデータのうち加速度10G以上と判断された加速度デジタルデータ $a_1 \sim a_N$ が選択的に抽出されてRAM20内の加速度記憶部20aに記憶される（ステップD1～D5）。

【0106】そして、球速測定動作の開始から4秒間が経過したと判断されると、前記RAM20内の加速度記憶部20aに記憶された加速度10G以上の投球加速度デジタルデータ $a_1 \sim a_N$ から、最大値のデータが抽出され、最高加速度データ（等級加速度ピーク値） $x$ に変換されて、RAM20内の図示せぬ最高加速度記憶部に記憶される（ステップD4→D6、D7）。

【0107】すると、この最高加速度記憶部に記憶された投球動作に伴う最高加速度データ $x$ と、ROM19内に予め記憶された投球試技に基づく係数 $a$ 、 $b$ 及び定数 $c$ が、投球速度推定式としての2次方程式 $y = ax^2 + bx + c$ に代入されて投球速度 $y$ が推定算出され、投

球速度記憶部20cに記憶される(ステップD8)。

【0108】以後、この投球速度記憶部20cに記憶された投球速度 $y$ に基づいて、飛距離および累積速度が計算され、それらの表示処理が行われた後、傾斜スイッチ10a、10bのオン/オフ状態に応じて測定処理が繰り返される(前記図7のステップS14~S20参照)。

【0109】このように、前記構成の運動データ測定装置を搭載した腕時計装置によれば、時計本体11を利き腕の手首に取り付け、投球動作すると、加速度センサ12により検出された該投球動作に伴う加速度データの最高加速度 $x$ (加速度ピーク値)が検出される。そして、予め多数の被験者の投球試技により得られた各検出加速度を $x$ 、各実測投球速度を $y$ とした最小二乗法により、係数 $a$ 、 $b$ 及び定数 $c$ を求めた投球速度推定式としての2次方程式 $y = ax^2 + bx + c$ に対して、前記投球検出された最高加速度 $x$ が代入されて投球速度 $y$ が推定算出されるので、ユーザが実際の球を投げたり、投げた球の球速を第3者がスピードガンにより測定したりする必要なく、ユーザ1人で仮想の球による投球動作を行ない、その投球速度を測定できるようになる。

【0110】なお、前記実施形態では、投球速度推定式としての2次方程式 $y = ax^2 + bx + c$ の係数 $a$ 、 $b$ 及び定数 $c$ を、多数の被験者の投球試技により得られた各検出加速度 $x$ 、各実測投球速度 $y$ に基づく最小二乗法により予め求め、ROM19に固定的に記憶させておく構成としたが、ある個人1人の投球動作に伴う加速度ピーク値 $x$ と実測の投球速度 $y$ との関係は直線的に比例し、 $y = ax + b$ の1次方程式で表わすことができるため、投球速度を測定する際には、ユーザ毎に予め投球試技を行なって、その検出加速度 $x$ と実測投球速度 $y$ とに基づく最小二乗法により前記1次方程式の係数 $a$ 及び定数 $b$ を設定記憶させ、これにより投球動作に伴ない検出された加速度ピーク値 $x$ を個人対応の係数 $a$ 及び定数 $b$ として設定された1次方程式 $y = ax + b$ に代入し、投球加速度 $y$ を算出する構成としてもよい。

【0111】また、このような加速度の最大値によって投球速度を求める手法を、前記図13で説明した最適速度測定処理に適用することも可能である。この場合、前記図13のフローチャートC7~C13までの処理を図18に示すステップD1~D8までの処理と入れ替えることで実現される。

【0112】なお、前記実施形態において記載した手法、すなわち図7のフローチャートに示す投球速度測定処理、図8のフローチャートに示す表示処理、図11のフローチャートに示す推定演算式の係数、定数設定処理、図13のフローチャートに示す最適速度測定処理等の各手法は、コンピュータに実行させることができるプログラムとして、メモリカード(ROMカード、RAMカード等)、磁気ディスク(フロッピーディスク、ハー

ドディスク等)、光ディスク(CD-ROM、DVD等)、半導体メモリ等の外部記録媒体に格納して配布することができる。そして、コンピュータは、この外部記録媒体に記録されたプログラムを記録媒体読み取り部によって読み込み、この読み込んだプログラムによって動作が制御されることにより、前記実施形態において説明した投球速度やシュート速度の測定機能を実現し、前述した手法による同様の処理を実行することができる。

【0113】

【発明の効果】以上のように、本発明の請求項1に係わる運動データ推定装置によれば、人体による物体を飛ばす動作に伴ない、人体に取り付けられ該人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度が算出され、この速度に基づいて前記物体の到達距離が算出されて表示されるようになる。

【0114】また、本発明の請求項2に係わる運動データ推定装置によれば、人体による物体を飛ばす動作に伴ない、人体に取り付けられ該人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度が算出されるものであって、装置本体が所定の向きになった状態が検出されたとき、前記速度の算出動作が開始されるようになる。

【0115】また、本発明の請求項3に係わる運動データ推定装置によれば、人体による物体を飛ばす動作に伴ない、人体に取り付けられ該人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度が算出されるものであって、装置本体の向きに基づいて右利き又は左利きが判別された後、前記速度の算出動作が開始されるようになる。

【0116】また、本発明の請求項4に係わる運動データ推定装置によれば、人体による物体を飛ばす動作に伴ない、人体に取り付けられ該人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度が算出され、この速度が累積されて表示されるようになる。

【0117】また、本発明の請求項5に係わる運動データ推定装置によれば、人体による物体を飛ばす動作に伴ない、人体に取り付けられ該人体の動きの加速度を検出する加速度検出手段により検出される加速度に基づいて前記物体の速度が算出され、前記物体を目標対象に向けて実際に飛ばした際の成功または失敗の回数が前記物体の速度と関連付けて記憶されると共に当該速度での的中率が記憶され、この記憶された的中率の中で最も高い的中率を有する速度が最適速度として表示されるようになる。

【0118】よって、本発明によれば、球等の物体を実際に投げたり蹴ったりする必要なく、投げる動作や蹴る動作に伴ない仮想物体の速度に応じた飛距離を簡単かつ迅速に測定することができる。

【0119】また、装置本体の向きにより右利き／左利きを判別しながら複数回の測定動作を継続的に行うことができる。また、その複数回の測定結果から投手や球を蹴る本人の疲労度や、的中率が最も高くなる最適速度といったものを客観的に知るができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係わる運動データ測定装置を搭載した腕時計装置の構成及びその装着状態を示す図。

【図2】前記腕時計装置に取り付けられる加速度センサの構成を示す図であり、同図（A）は加速度センサの構造図、同図（B）は加速度センサの原理図。

【図3】前記腕時計装置を装着した人体の投球動作に伴う加速度センサによる加速度検出状態を示す図。

【図4】前記腕時計装置の加速度センサにより検出された多数の被験者の試技による投球動作に伴う投球加速度の積分値と実際の投球速度との関係を示す図であり、同図（A）は被験者Aの測定結果、同図（B）は被験者Bの測定結果。

【図5】前記腕時計装置における電子回路の構成を示すブロック図。

【図6】前記腕時計装置のRAMにおける投球速度測定モード用データレジスタの構成を示す図。

【図7】前記腕時計装置による投球速度測定処理を示すフローチャート。

【図8】前記腕時計装置による表示処理を示すフローチャート。

【図9】前記腕時計装置による表示切換えキーがオフのときの表示画面を示す図。

【図10】前記腕時計装置による表示切換えキーがオンのときの表示画面を示す図。

【図11】前記腕時計装置による個人投球速度の測定に際し行なう1次方程式の係数及び定数の設定処理を示すフローチャート。

【図12】前記腕時計装置による個人投球速度の測定に際し行なう1次方程式の係数及び定数の設定処理にて確保されるRAM内のデータレジスタの構成を示す図。

【図13】前記腕時計装置による最適速度測定処理を示すフローチャート。

【図14】前記腕時計装置による最適速度測定処理にて確保されるRAM内のデータレジスタの構成を示す図。

【図15】前記腕時計装置による最適速度測定処理にて表示される表示画面を示す図。

【図16】他の実施形態における前記腕時計装置を装着した人体の投球動作に伴う加速度センサによる加速度検出状態を示す図。

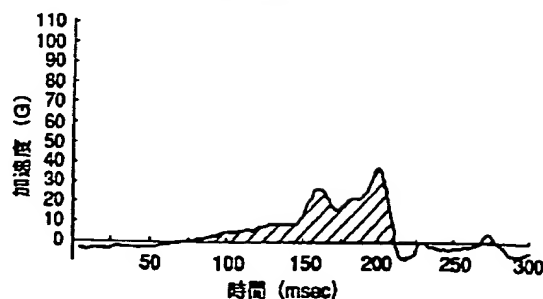
【図17】他の実施形態における前記腕時計装置の加速度センサにより検出された多数の被験者の試技による投球動作に伴う投球加速度のピーク値と実際の投球速度との関係を示す図。

【図18】他の実施形態における前記腕時計装置による投球速度測定処理を部分的に示すフローチャート。

【符号の説明】

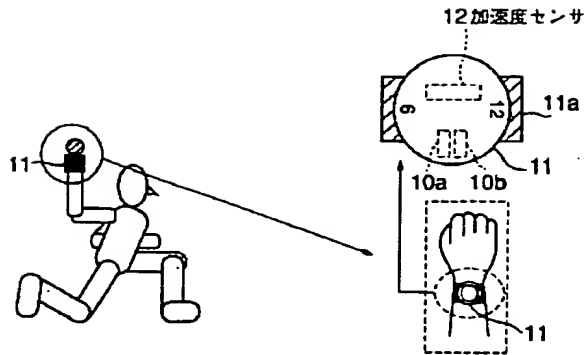
- 10 a…傾斜スイッチ、
- 10 b…傾斜スイッチ、
- 11 …時計本体、
- 11 a…リストバンド、
- 12 …加速度センサ、
- 13 …CPU、
- 14 …A/D変換回路、
- 15 …キー部、
- 16 …発振回路、
- 17 …分周回路、
- 18 …時刻・日付計数回路、
- 19 …ROM、
- 20 …RAM、
- 20 a…加速度記憶部、
- 20 b…積分値記憶部、
- 20 c…投球速度記憶部、
- 20 d…飛距離記憶部、
- 20 e…投球数記憶部、
- 20 f…トータル累積速度記憶部、
- 20 g…5球毎の累積速度記憶部、
- 20 h…積分値記憶部、
- 20 i…入力速度記憶部、
- 20 j…係数、定数記憶部、
- 21 …報音部、
- 22 …表示部。

【図3】

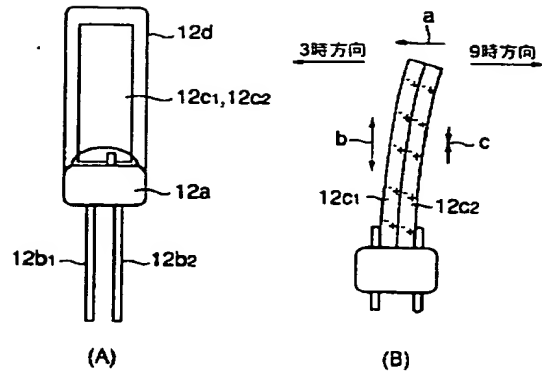


【図 1】

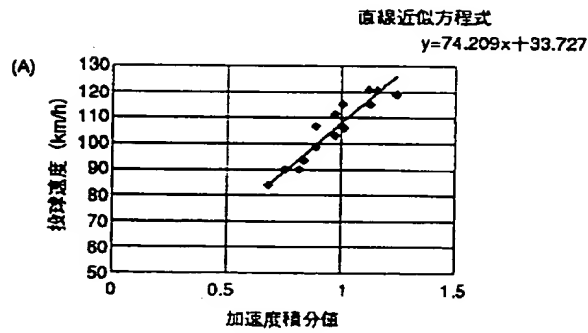
人体動作とセンサの装着方向



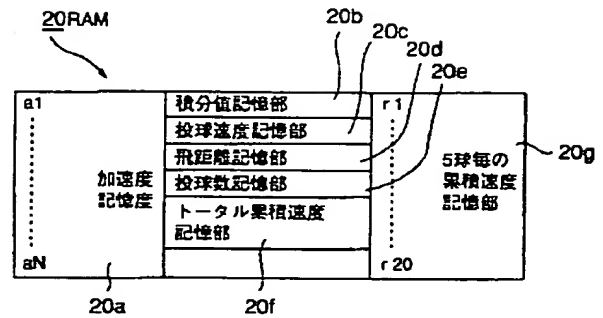
【図 2】



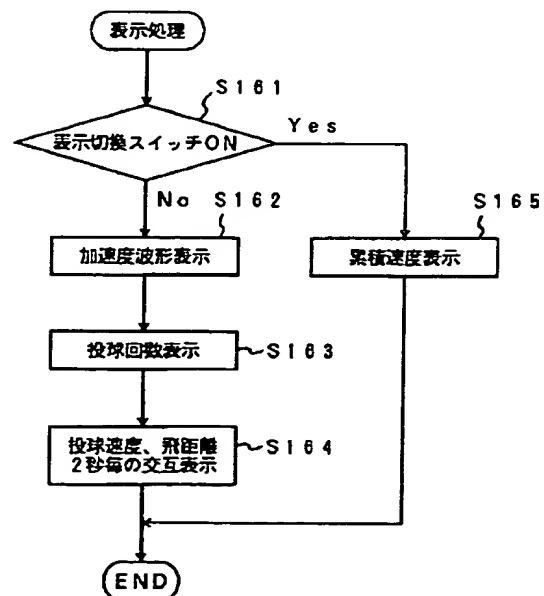
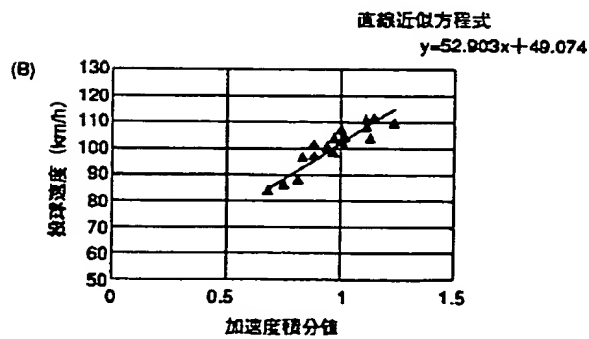
【図 4】



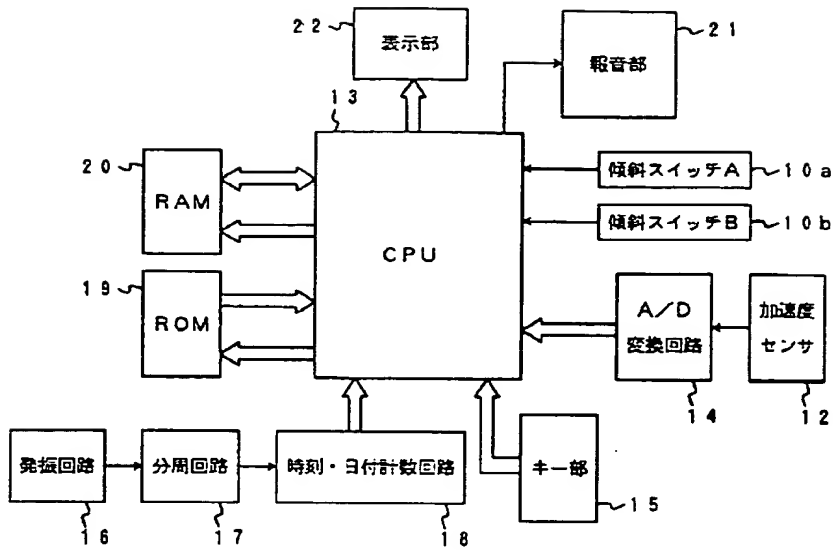
【図 6】



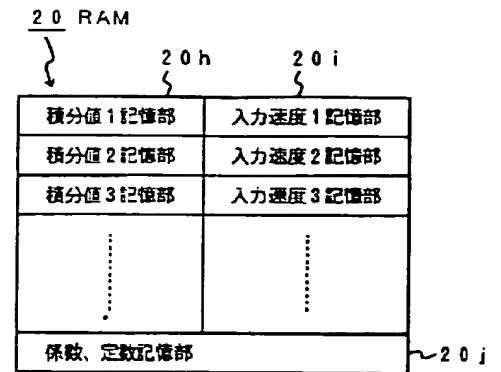
【図 8】



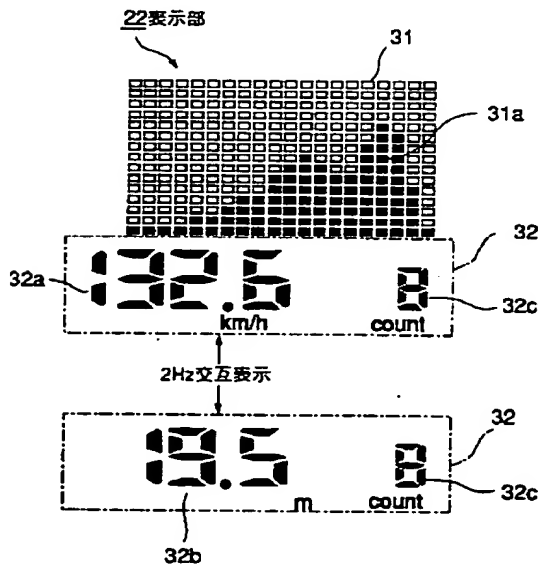
【図 5】



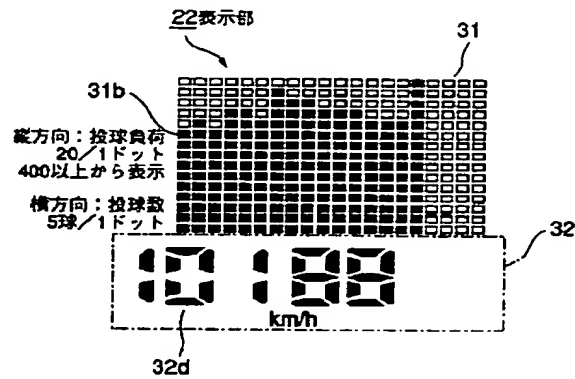
【図 12】



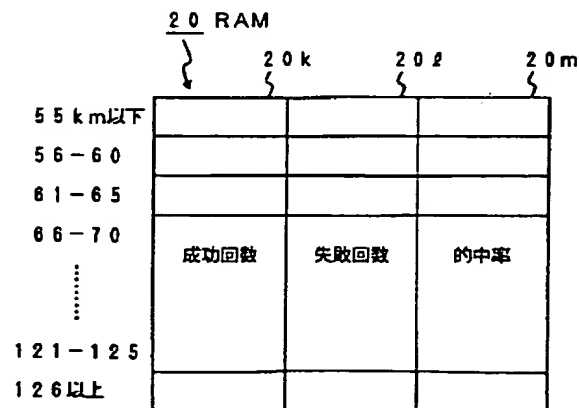
【図 9】



【図 10】

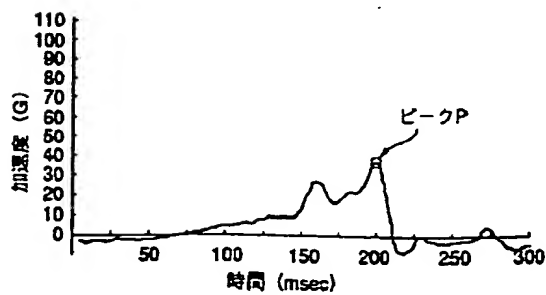


【図 14】



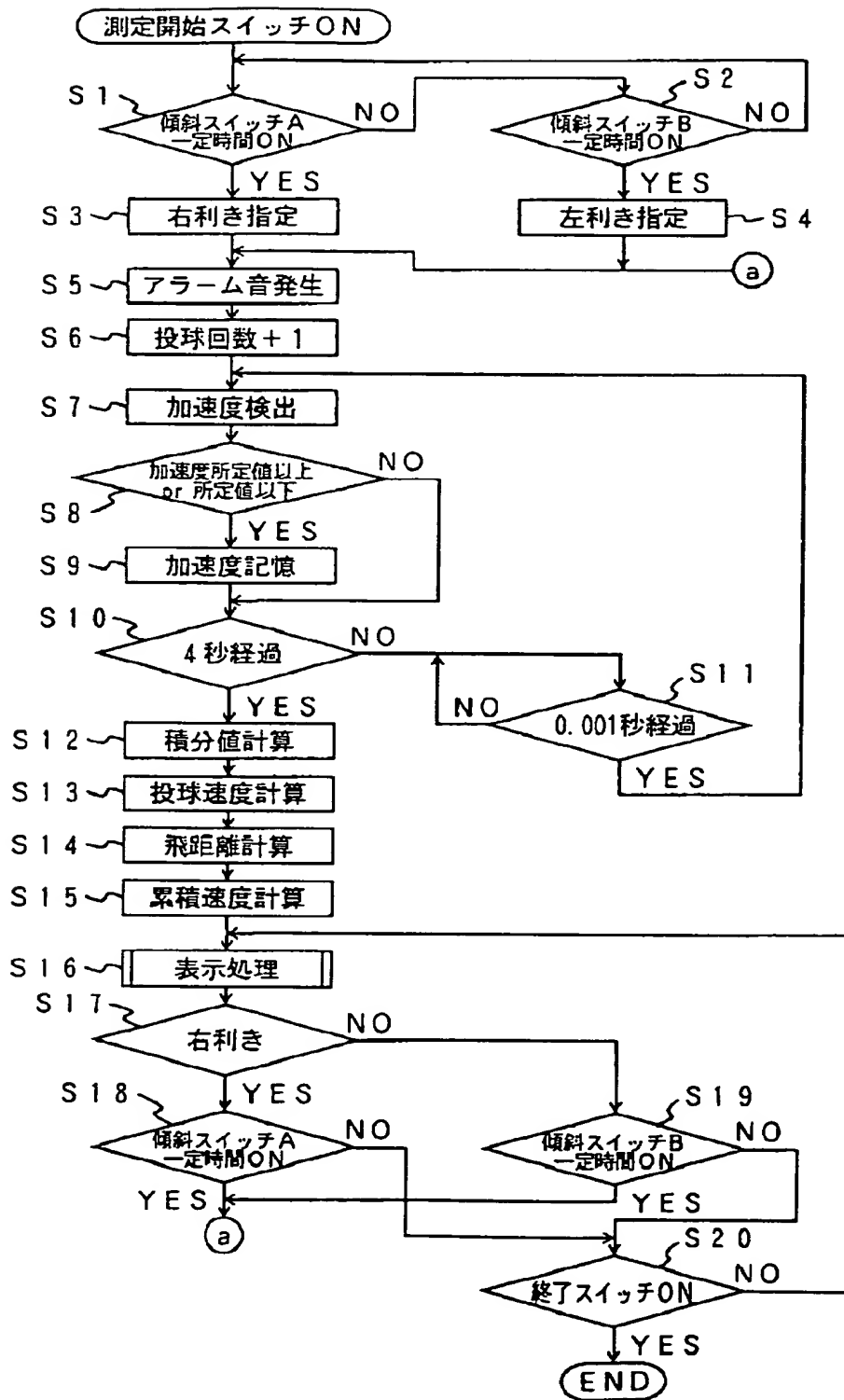
【図 16】

投球加速度

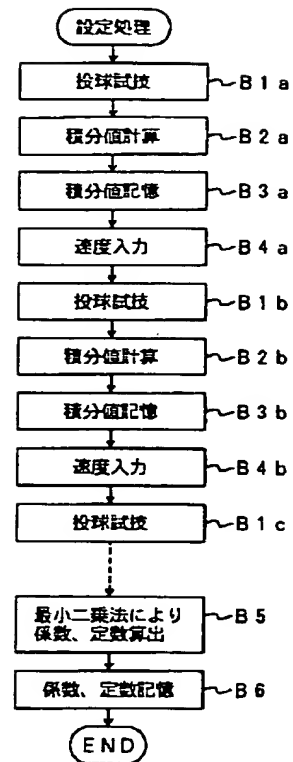




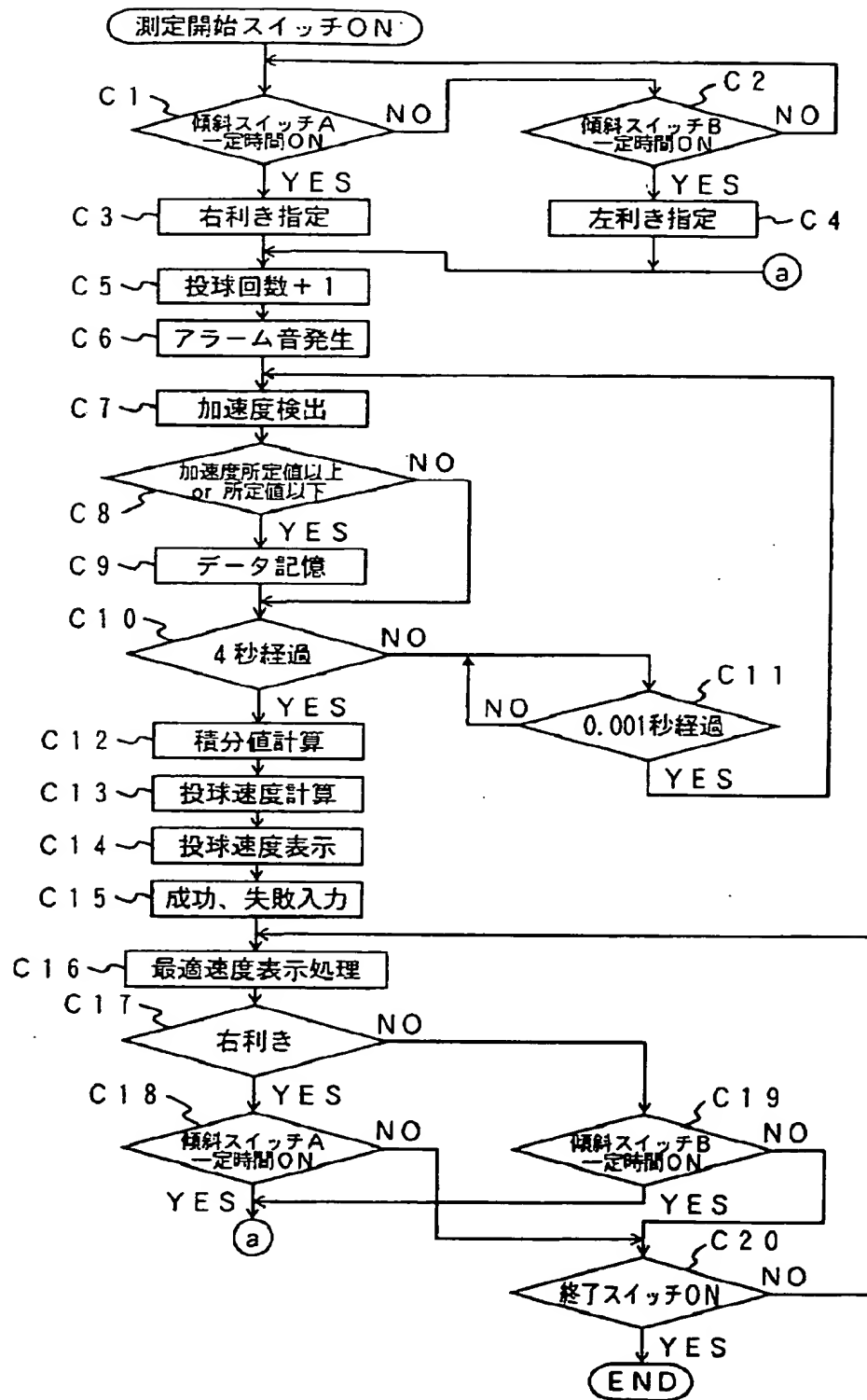
【図 7】



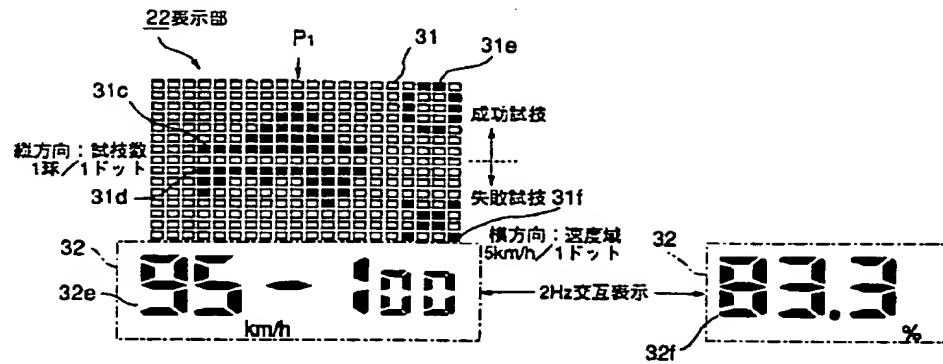
【図 11】



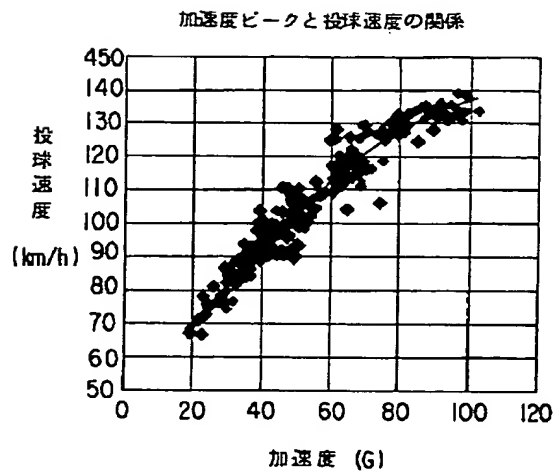
【図 13】



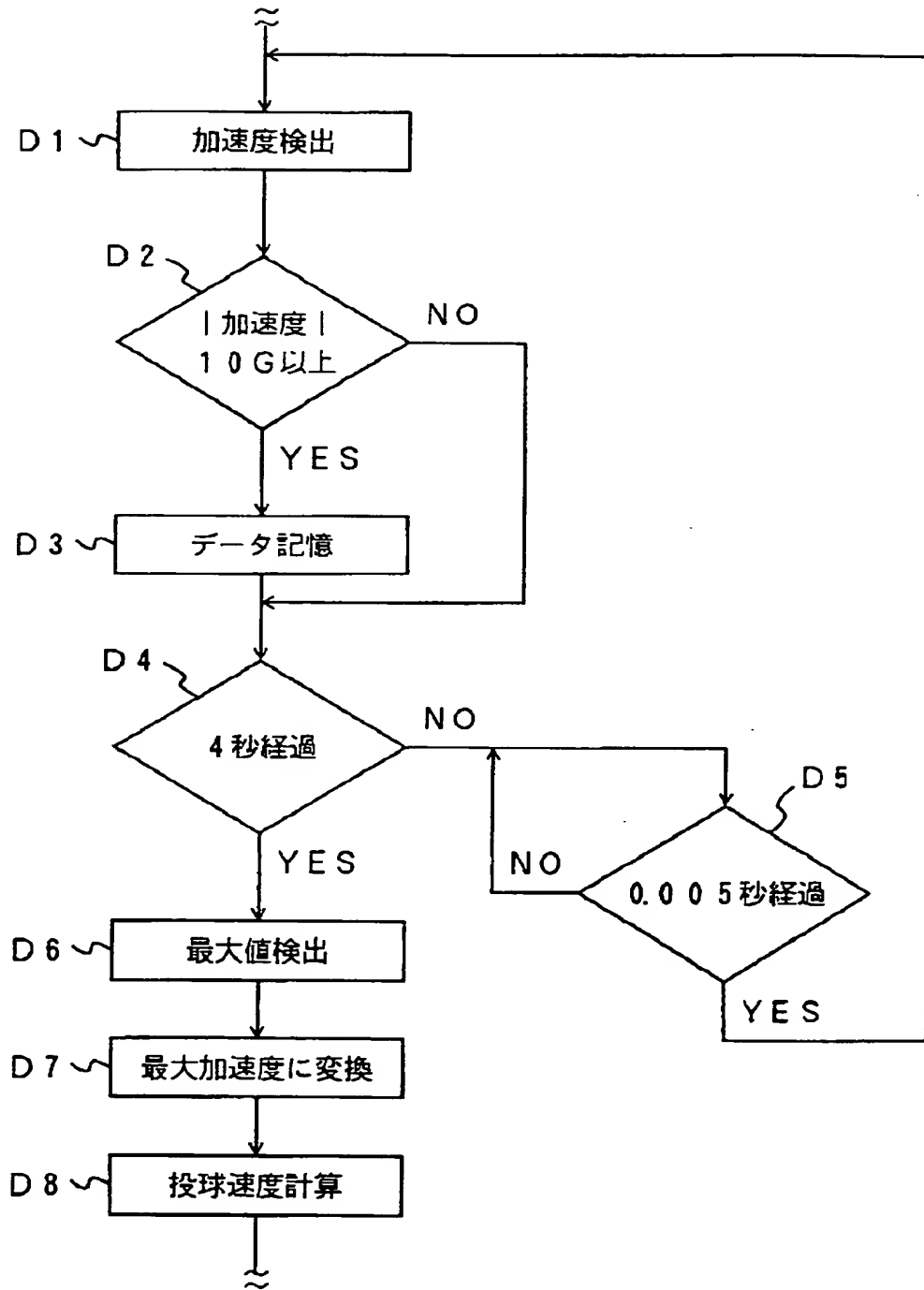
【図 15】



【図 17】



【図 1 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 4 G 1/00

識別記号

3 1 5

F I

G 0 4 G 1/00

3 1 5 Z